

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-235378

(43) 公開日 平成7年(1995)9月5日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 5 B 33/10

G 0 9 F 9/30

H 0 5 B 33/14

3 6 5 C 7610-5G

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-196057

(22) 出願日 平成6年(1994)7月27日

(31) 優先権主張番号 特願平5-352520

(32) 優先日 平5(1993)12月28日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目6番1号

(72) 発明者 白樹 友之

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ

計算機株式会社青梅事業所内

(72) 発明者 宮田 清蔵

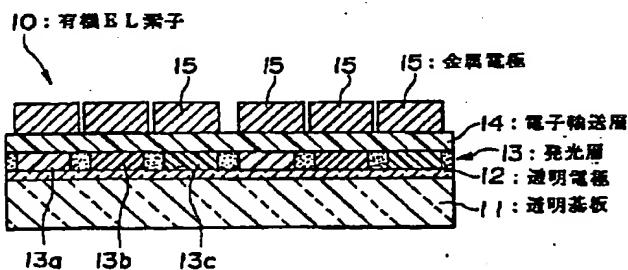
東京都保谷市下保谷3丁目18番26号

(54) 【発明の名称】 電界発光素子の製造方法および電界発光素子

(57) 【要約】

【目的】 所望の蛍光色素の物性に依存することなく分散媒となる膜材料を選択しさらにこれを成膜でき、かつ分散媒となる電荷輸送膜(層)の物性に制約を受けることなく蛍光色素を任意に選択し得る電界発光素子の製造方法と、この製造方法によって得られるマトリックス表示の有機電界発光素子を提供する。

【構成】 透明電極12を有する透明基板11の透明電極側に、ホール輸送層16と、必要に応じて設けられる両性輸送層と、電子輸送層14とを順次形成し、さらに電子輸送層14上に電子注入型電極となる背面電極15を設ける電界発光素子の製造方法である。各輸送層のうち電子とホールとの再結合領域となる層の形成後、再結合領域層の上に蛍光色素R、G、Bを塗布展開し、次いで蛍光色素を加熱して再結合領域層中に拡散させ、発光層13とする。また、この製造方法によって得られた電界発光素子。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一方の面に透明電極を有する透明基板の透明電極側に、ホール輸送層と、必要に応じて設けられる両性輸送層と、電子輸送層とを順次形成し、さらに該電子輸送層上に電子注入型電極となる背面電極を設ける電界発光素子の製造方法において、前記各輸送層のうち電子とホールとの再結合領域となる層の形成後、該再結合領域層の上に蛍光色素を塗布展開し、次いで該蛍光色素を加熱して前記再結合領域層中に拡散せしめることを特徴とする電界発光素子の製造方法。

【請求項2】 請求項1記載の電界発光素子の製造方法において、前記蛍光色素として異なる発光色を呈する複数種の蛍光色素を用い、これら蛍光色素を相互に分離して前記再結合領域層上に塗布展開し、次いで前記再結合領域層を加熱して前記蛍光色素を同時に前記再結合領域層中に拡散せしめることを特徴とする電界発光素子の製造方法。

【請求項3】 請求項1記載の電界発光素子の製造方法において、前記蛍光色素として異なる発光色を呈する複数種の蛍光色素を用い、これら蛍光色素を各色毎に相互に分離されるよう前記再結合領域層上に塗布展開するとともに、これら蛍光色素を各色毎に前記再結合領域層中に順次拡散せしめることを特徴とする電界発光素子の製造方法。

【請求項4】 透明電極と背面電極とからなるマトリックス電極と、透明電極側に設けられたホール輸送層と、背面電極側に設けられた電子輸送層とを有し、さらに前記ホール電子輸送と電子輸送層との間に両性輸送層を必要に応じて設けてなり、前記各輸送層のうち、電子とホールとの再結合領域となる層が、蛍光色素が拡散せしめられてなる発光層とされたことを特徴とする電界発光素子。

【請求項5】 請求項4記載の電界発光素子において、前記発光層が、異なる発光色を呈する複数種の蛍光色素がそれぞれ独立した領域に拡散せしめられて形成され、かつこれら独立した領域が、それぞれ前記マトリックス電極の各交差位置に対応して配置されてなることを特徴とする電界発光素子。

【請求項6】 上記再結合領域となる層として高分子ゲルを用いたことを特徴とする請求項4または請求項5に記載の電界発光素子。

【請求項7】 上記再結合領域となる層として多孔質シリコンを用いたことを特徴とする請求項4または請求項5に記載の電界発光素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、有機薄膜材料を用いた電荷注入型の電界発光素子の製造方法と、この製造方法によって得られた電界発光素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、表示装置の発光表示部や面光源等への利用が期待され一部に実施されている電界発光素子として、エレクトロルミネッセンス素子（EL素子）がある。このようなEL素子としては、特に有機薄膜材料を用いたものとして例えば図10に示す構造のものが知られている。

【0003】 図10において符号1は有機EL素子であり、この有機EL素子1は、透明基板2上にITO（Indium Tin Oxide）等からなる透明電極3が形成され、該透明電極3上に薄膜状の発光層4が形成され、該発光層4上に薄膜状の電子輸送層5が形成され、さらにその上に電子注入電極として機能する背面電極6が形成されたものである。

【0004】 発光層4はホール輸送層として機能するので、その内部に予め発光体色素（蛍光色素）が分散せしめられて発光をなすものであり、電場印加により背面電極6から注入された電子と透明電極3から注入されたホールとが主にここで再結合し、これによって励起子が生成し、さらに該励起子が移動して発光体色素がその種類に応じた色に発光するものである。

【0005】 なお、このように電子とホールとが再結合する領域を以後再結合領域層と称する。

【0006】 このような有機EL素子1を製造するにあたり、特に発光層4を形成するには、分散媒膜構成材料と分散質色素とを共通溶媒中に溶解し、この溶液をディップコートやスピンコートなどの湿式法によって透明電極3上に塗布し、その後乾燥して分散質色素（蛍光色素）を分散した分散媒膜（ホール輸送膜）を得ている。そして、このようにして得られた有機EL素子1にあっては、

(1) 任意の蛍光色素を分散させることができることにより、発光波長を任意に設定することができる。

【0007】 (2) 共通溶媒を用いているため、膜形成性の低い材料でも発光層形成用の膜材料として適用可能になる。

【0008】 (3) 分散膜にポリマー等結晶性の低いものを採用した場合の、発光材料の結晶化に起因する欠陥発生を防止し、これにより欠陥発生によって生じる寿命低下の問題を解決することができる。

【0009】 等の利点があるとされている。

【0010】 また、このような有機EL素子にあっては、無機EL素子に比べ原理的に青色発光が容易であることから、開発当初よりRGB個別発光素子への応用が期待されている。

## 【0011】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、図10に示した有機EL素子では、その製造に際して発光層の形成をディップコートやスピンコートなどの湿式法で行っているため、共通溶媒の選定が発光層形成（成膜）に

おいてより重要となるが、有機EL素子においては通常

電子輸送層、ホール輸送層、さらには必要に応じこれらの間に形成される両性輸送層からなる電荷輸送層を数百～数千Åの薄膜にしなければならないため、実際には湿式法による成膜条件を満たす共通溶媒を用いた場合には、必ずしも分散媒膜となる材料に対して最適な成膜条件を設定することができず、したがってその製造が困難であるといった不都合がある。

【0012】また、前記有機EL素子では、これまでRGB（赤緑青）個別発光素子としての多くの報告がなされていたにも関わらず、現在に至ってもマルチカラーおよびフルカラーのマトリックス表示素子としての有機EL素子の報告はない。これは、RGBそれぞれの画素を構成する有機薄膜を、例えばリソグラフィ、スクリーン印刷等の技術で同一基板上に画素パターンとしてマトリックス形成することが困難であることが主な原因であると考えられている。

【0013】本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その第一の目的は、所望の分散色素（蛍光色素）の物性に依存することなく分散媒（分散層）となる膜材料を選択しさらにこれを成膜でき、かつ分散媒となる電荷輸送膜（電荷輸送層）の物性に制約を受けることなく蛍光色素を任意に選択し得る電界発光素子の製造方法と、この製造方法によって得られるマトリックス表示の電界発光素子を提供することにある。また、本発明の第二の目的は、RGB等の複数の発光色を有するマルチカラーまたはフルカラーの電界発光素子の製造方法と、この製造方法によって得られるマトリックス表示の電界発光素子を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明における請求項1記載の電界発光素子の製造方法では、一方の面に透明電極を有する透明基板の透明電極側に、ホール輸送層と、必要に応じて設けられる両性輸送層と、電子輸送層とを順次形成し、さらに該電子輸送層上に電子注入型電極となる背面電極を設ける電界発光素子の製造方法において、前記各輸送層のうち電子とホールとの再結合領域となる層の形成後、該再結合領域層の上に蛍光色素を塗布展開し、次いで該蛍光色素を加熱して前記再結合領域層中に拡散せしめることを前記課題の解決手段とした。

【0015】請求項2記載の電界発光素子の製造方法では、前記蛍光色素として異なる発光色を呈する複数種の蛍光色素を用い、これら蛍光色素を相互に分離して前記再結合領域層上に塗布展開し、次いで前記再結合領域層を加熱して前記蛍光色素を同時に前記再結合領域層中に拡散せしめることを前記課題の解決手段とした。

【0016】請求項3記載の電界発光素子の製造方法では、前記蛍光色素として異なる発光色を呈する複数種の蛍光色素を用い、これら蛍光色素を各色毎に相互に分離されるよう前記再結合領域層上に塗布展開するとともに、これら蛍光色素を各色毎に前記再結合領域層中に順

次拡散せしめることを前記課題の解決手段とした。

【0017】請求項4記載の電界発光素子では、透明電極と背面電極とからなるマトリックス電極と、透明電極側に設けられたホール輸送層と、背面電極側に設けられた電子輸送層とを有し、さらに前記ホール電子輸送と電子輸送層との間に両性輸送層を必要に応じて設けてなり、前記各輸送層のうち、電子とホールとの再結合領域となる層が、蛍光色素が拡散せしめられてなる発光層とされたことを前記課題の解決手段とした。

10 【0018】請求項5記載の電界発光素子では、前記発光層が、異なる発光色を呈する複数種の蛍光色素がそれぞれ独立した領域に拡散せしめられて形成され、かつこれら独立した領域が、それぞれ前記マトリックス電極の各交差位置に対応して配置されてなることを前記課題の解決手段とした。請求項6記載の電界発光素子では、上記再結合領域となる層として高分子ゲルを用いたことを前記課題の解決手段とした。請求項7記載の電界発光素子では、上記再結合領域となる層として多孔質シリコンを用いたことを前記課題の解決手段とした。

20 【0019】

【作用】請求項1記載の電界発光素子によれば、ホール輸送層、必要に応じて設けられる両性輸送層、電子輸送層のうち電子とホールとの再結合領域となる層の形成後、該再結合領域層の上に蛍光色素を塗布展開し、次いで該蛍光色素を加熱して前記再結合領域層中に拡散せしめるので、再結合領域層の形成に際し、該層を先に独立して形成することから、その形成材料を蛍光色素の物性に制約されることなく選択することができる。また、蛍光色素についても、再結合領域層形成後に該層中に拡散せしめることから、再結合領域層の形成材料の物性に制約されることなく任意のものを選択することができる。

【0020】請求項2および3記載の電界発光素子の製造方法によれば、前記蛍光色素として異なる発光色を呈する複数種の蛍光色素を用いているので、蛍光色素の発光色に応じた複数色の発光をなす電界発光素子の製造が可能になる。

30 【0021】請求項4記載の電界発光素子では、電子とホールとの再結合領域となる層が、蛍光色素が拡散せしめられてなる発光層とされているので、該発光層の形成に際してリソグラフィ、スクリーン印刷等のパターン加工が不要になる。

40 【0022】請求項5記載の電界発光素子では、発光層が、異なる発光色を呈する複数種の蛍光色素がそれぞれ独立した領域に拡散せしめられて形成され、かつこれら独立した領域が、それぞれ前記マトリックス電極の各交差位置に対応して配置されてなるので、マトリックス電極の駆動により複数色による表示が可能になる。請求項6記載の電界発光素子では、再結合領域となる層、すなわち発光層が高分子ゲルとされており、高分子ゲルにおいては、蛍光色素の拡散が容易となる。また、高分子ゲ

50

ルにおいては、蛍光色素以外の材料の拡散も容易であり、電荷輸送性の向上や、ホールもしくは電子注入障壁の低減などを目的としたドーパントの導入も容易となる。請求項7記載の電界発光素子では、再結合領域となる層、すなわち発光層が多孔質シリコンとされており、多孔質シリコン膜は、その形成に際し、厚み及び電子物性を均一にすることが可能であり、電界発光素子における輝度の均一化を図ることができる。

【0023】

【実施例】以下、本発明を詳しく説明する。

【0024】図1および図2は本発明における請求項5記載の電界発光素子をカラーマトリックス表示用の有機EL素子に適用した場合の一実施例を示す図であり、これらの図において符号10は有機EL素子である。

【0025】この有機EL素子10は、透明基板11上にITO等からなる透明電極12…をストライプ状に形成し、これら透明電極12…上に発光層13…をドット状に形成し、該発光層13の上に電子輸送層14を形成し、さらにその上にストライプ状の金属電極15…を前記透明電極12…と直交するようにして形成したものである。なお、透明電極12…と金属電極15…とは、互いに直交して形成配置されていることによってマトリックス電極を構成するものとなっている。

【0026】ここで、発光層13…は、例えばポリNビニルカルバゾール(PVCz)等をホール輸送層として機能する分散媒膜(分散媒層)とし、後述するようにこの分散媒膜中に蛍光色素(分散色素)を拡散により分散させたものである。また、この例では、図1および図3に示すように発光層13中に異なる色、具体的には赤、緑、青の三種の発光色をそれぞれ呈する蛍光色素が分散(拡散)せしめられ、これにより赤色発光部13a、緑色発光部13b、青色発光部13cが相互に分離し、すなわちそれぞれ独立して発光層13中に形成されている。なお、蛍光色素としては、クマリン系(緑～黄色)、ペリレン系(赤色)、オキサゾール系(緑～黄色)、オキサジン系、ナフタレン系(青色)、キノロン系等のものが適宜選択され用いられている。

【0027】また、電子輸送層14は、例えばアルミオキシ錯体等からなるものである。なお、上記発光層(ホール輸送層)13…、電子輸送層14、または両性輸送層としては、上述以外の導電性高分子化合物を用いることもできる。例えば、上記発光層13…、すなわち、上記再結合領域層としては、高分子ゲルを用いることができる。すなわち、高分子ゲルをホール輸送層として機能する分散媒膜(分散媒層)とすることができ、この場合前者(PVCz等)に比較し色素の分散が容易となる。さらに、この場合は色素以外の材料拡散もまた容易になるため、ホール輸送性の向上、アノードからのホール注入障壁の低減などを目的としたドーパントの導入も容易となる。従って、積極的な薄膜特性の改善が可能とな

る。また、上記発光層13…、すなわち、上記再結合領域層としては、例えば多孔質シリコンを用いることができる。すなわち、多孔質シリコンをホール輸送層として機能する分散媒層とすることができる。この多孔質シリコン層は、例えばITO電極上にCVD(chemical vapor deposition)法等によって堆積されたポリシリコン膜を陽極酸化により多孔質化したものである。この多孔質シリコン層は、ドライプロセスにより厚み、電子物性に共に均一な膜として得ることができるため、輝度の均一化を実現することができる。

【0028】また、金属電極15…は背面電極となるもので、In、Mg、Ca等の仕事関数の低い、すなわち電子注入性の高い金属から形成されたものである。このような金属から金属電極15…を形成することにより、各電極(透明電極12…、金属電極15…)からのキャリア(ホール、電子)の注入および発光層13…内での再結合が効率よく行われ、結果として得られた電界発光素子10は発光性能の高いものとなる。

【0029】なお、前記発光層13…における各発光部13a、13b、13cは、それぞれ前記透明電極12…と金属電極15…とからなるマトリックス電極の各交差位置に対応して配置されたものとなっている。

【0030】このような有機EL素子10にあっては、金属電極15から注入される電子が電子輸送層14を通じて発光層13…内に至り、一方透明電極12から注入されるホールがホール輸送層としても機能する発光層13…内に至り、該発光層13内で電子とホールとが再結合することにより、蛍光色素の種類に応じた色に発光する。

【0031】ここで、この有機EL素子10においてそのホール輸送層が発光層となり得るための機構、すなわち電子輸送層(ETL)、ホール輸送層(HTL)[発光層]となり得る薄膜材料の電子物性について図4を利用して説明する。図4はイオン化ポテンシャル及び電子親和力の絶対値をそれぞれ $I_p$ 、 $E_a$ とし、仕事関数(Wf)の概念、すなわち電子を各薄膜層におけるクーロン力の束縛から無限遠に引き離すときの仕事量の形で表現したキャリアのエネルギーダイヤグラムである。なお、電子のポテンシャルはよりWfの大きな個体内部で小さくなり、これに対してホールのポテンシャルはよりWfの小さな個体内部で小さくなる。

【0032】電子注入については、カソード(金属電極15)WfとETL  $E_a$ 間の大きさをもったエネルギー障壁が存在するものの、この障壁は外部電界に対して十分に小さいことから、電子注入は容易に行われる。そして、ETL内に注入された電子は、外部電界によりHTLとの界面まで移動する。また、ETLからHTLへの電子の移動は、より電子のポテンシャルが小さくなる方向にあるのでむしろ自発的に進行する。

【0033】一方、ホール注入については、アノード

(透明電極12) WfとHTL I p間の大きさをもったエネルギー障壁が存在するものの、この障壁も外部電界に対し十分に小さいことから、ホール注入は容易に行われる。そして、HTL内に注入されたホールは、外部電界によりETLとの界面まで移動する。また、HTLからETLへのホールの注入は、ETL I pとHTL I p間のエネルギー障壁が外部電界に対し非常に大きいので困難になる。

【0034】このため、アノードから注入されたホールはHTLに閉じ込められ、これに対して電子はETLからHTLに流れ込み、したがってホールと電子の再結合はETL、HTL界面のHTL側で生じる。このとき、HTLが単一の物質であれば再結合によって生じた励起子のエネルギーはHTL自身に遷移するが、より蛍光波長が長く、かつ、あるいは、蛍光収率の大きな色素がこの再結合部位に共存している場合には、エネルギー遷移がその蛍光色素分子に対して選択的に行われ、薄膜素子は蛍光色素分子の蛍光に起因した発光をなす。

【0035】なお、図4ではホール輸送層(HTL)が再結合領域層となり、したがってこの層中に蛍光色素が共存せしめられることによって該層が発光層として機能する例を示したが、電子輸送層(ETL)、ホール輸送層(HTL)を形成する薄膜材料の選択によっては電子輸送層を再結合領域層とし、したがってこの層を発光層とすることも可能であり、さらに電子輸送層(ETL)とホール輸送層(HTL)との間に両性輸送層を設けてこの層を再結合領域層とし、これにより該両性輸送層を発光層とすることも可能である。

【0036】次に、このような有機EL発光素子10の製造方法について説明する。

【0037】まず、蒸着法やスパッタ法等によって予めITO等の透明電極膜を形成した透明基板11を用意し、透明電極膜をエッチング等によりストライプ状にパターン化して図5(a)、(b)に示すように透明基板11上に透明電極12…を形成する。

【0038】次に、ポリNビニルカルバゾール(PVCz)等のホール輸送層を形成する材料を、図6(a)、(b)に示すようにスピンコートやディッピングコート等の湿式法、あるいは蒸着法等により前記透明電極12…上に成膜してホール輸送層16を形成する。ここで、該ホール輸送層16を形成する材料の成膜については、図2に示した金属電極15…のうちの各3本ずつと透明電極12…のうちの各1本との交差部を一つの単位(画素)とし、これら単位毎に成膜することによって全体がドット状となるように行う。なお、図5(a)、

(b)、図6(a)、(b)および後記する図7

(a)、(b)～図10(a)、(b)については、前記単位(画素)についてのみの平面図および側断面図を示したものである。

【0039】次に、このようにして形成されたホール輸

送層16の上に、図7(a)、(b)に示すように赤色の発光を呈する蛍光色素R、緑色の発光を呈する蛍光色素G、青色の発光を呈する蛍光色素Bを、スクリーン印刷法あるいはインクジェット法等によりそれぞれ相互に分離されるようにして塗布展開する。

【0040】次いで、図8(a)、(b)に示すように、赤外線ランプ17を用いて前記蛍光色素R、G、Bを展開した側に赤外線を照射し、該蛍光色素R、G、Bおよびホール輸送層16を加熱することにより、該蛍光色素R、G、Bをホール輸送層16内に拡散せしめることによって赤色発光部13a、緑色発光部13b、青色発光部13cを形成すると同時に、発光層13を形成する。

【0041】なお、蛍光色素の加熱拡散については、該蛍光色素を展開した側からでなく、透明基板11側から加熱してもよく、また、その場合に赤外線加熱でなくホットプレート等のヒータを用いて、熱伝導により加熱してもよい。このように透明基板11側から加熱すると、蛍光色素の展開面は透明基板11より温度が低くなるため、用いた蛍光色素が昇華性の高い場合に、昇華に起因した色素ロスを低減することができる。

【0042】また、蛍光色素R、G、Bの展開については、固体状のまま展開してもよく、適宜な溶媒に溶解させて溶液状で展開させてもよい。

【0043】次いで、アルミオキシ錯体等の電子輸送層を形成する材料を、図9(a)、(b)に示すように蒸着法等によって発光層13の上に成膜し、電子輸送層13を形成する。

【0044】その後、透明電極12…と直交し、かつ発光層13の各赤色発光部13a…、緑色発光部13b…、青色発光部13c…のそれぞれに対応させてこれらの直上にスパッタ法等で金属電極15…を形成し、図1、図2に示した有機EL素子10を得る。

【0045】このような製造方法にあつては、再結合領域層となるホール輸送層16を先に形成した後、その上に蛍光色素R、G、Bを展開し、さらにこれを加熱してホール輸送層16中に拡散し、発光層13を形成するので、ホール輸送層16を形成する材料を蛍光色素R、G、Bの物性に制約されることなく選択することができ、また、蛍光色素R、G、Bについても、ホール輸送層(再結合領域層)16形成後に該層中に拡散せしめることから、ホール輸送層16の形成材料の物性に制約を受けることなく任意のものを選択することができる。

【0046】また、このようにして得られた有機EL素子にあつては、発光層13の形成にリソグラフィ、スクリーン印刷等のパターン加工が用いられていないため、その製造が容易になり、したがって歩留まりが高まるとともに製造コストも低減化されたものとなる。

【0047】また、発光層13が、それぞれ独立した領域に拡散せしめられて形成された赤色発光部13a、緑

色発光部13b、青色発光部13cを有し、これら各発光部がそれぞれ透明電極12…と金属電極15…との交差位置に対応して配置されているので、これら透明電極12…と金属電極15…(マトリックス電極)の駆動によりフルカラー表示が可能になる。

【0048】なお、前記実施例では、蛍光色素R、G、Bをそれぞれ塗布展開した後、これら蛍光色素R、G、Bを同時に加熱し拡散せしめた場合で説明したが、本発明はこの方法に限られるものではない。例えば、蛍光色素Rのみを塗布展開してこれを乾燥し、次いで蛍光色素Gを塗布展開してこれを乾燥し、その後蛍光色素Bを塗布展開してこれを乾燥した上、上述した加熱によりRGBの各蛍光色素を同時に再結合領域層中に拡散してもよい。また、蛍光色素Rを塗布展開してこれを加熱拡散し、次いで蛍光色素Gを塗布展開してこれを加熱拡散し、その後蛍光色素Bを塗布展開してこれを加熱拡散するといったように、各蛍光色素毎に塗布展開および加熱拡散の工程を繰り返すようにしてもよい。

【0049】また、蛍光色素として赤、緑、青の発光をなす三種のものをいい、それぞれの発光部を発光層13に形成したが、いずれか一種あるいは二種の蛍光色素のみを用いてもよく、さらには前記の色以外の色に発光する蛍光色素を用いてもよい。また、前記実施例では発光層13をドット状に形成したが、各発光部13a、13b、13cをストライプ状に形成したり、あるいは発光層13全体を複数のストライプ状に形成してもよい。

【0050】さらに、前記実施例ではホール輸送層16が再結合領域となるようにして該ホール輸送層中に蛍光色素を拡散させ、発光層13としたが、前述したごとく電子輸送層、ホール輸送層を形成する薄膜材料の選択によっては電子輸送層を再結合領域層とし、したがってこの層を発光層とすることもでき、さらに電子輸送層とホール輸送層との間に両性輸送層を設けてこの層を再結合領域層とし、これにより該両性輸送層を発光層とすることもできる。

#### 【0051】

【発明の効果】以上説明したように本発明における請求項1記載の電界発光素子の製造方法は、再結合領域層となる層の形成後、該再結合領域層の上に蛍光色素を塗布展開し、次いで該蛍光色素を加熱して前記再結合領域層中に拡散せしめるものであるから、再結合領域層の形成に際し、該層を先に独立して形成することによりその形成材料を蛍光色素の物性に制約されることなく選択することができる。また、蛍光色素についても、再結合領域層形成後に該層中に拡散せしめることから、再結合領域層の形成材料の物性に制約されることなく任意のものを選択することができる。したがって、材料選択上の自由度が高まることによってその製造条件が緩和され、これにより生産性を高めることができる。

【0052】請求項2および3記載の電界発光素子の製

造方法は、前記蛍光色素として異なる発光色を呈する複数種の蛍光色素を用いるものであるから、蛍光色素の発光色に応じた複数色の発光をなす電界発光素子を製造することができる。

【0053】請求項4記載の電界発光素子は、電子とホールとの再結合領域となる層が、蛍光色素が拡散せしめられてなる発光層とされたものであるから、該発光層の形成に際してリソグラフィー、スクリーン印刷等のパターン加工が不要になるためその製造が容易になり、したがって歩留まりが高まるとともに製造コストも低減化されたものとなる。

【0054】請求項5記載の電界発光素子は、発光層が、異なる発光色を呈する複数種の蛍光色素がそれぞれ独立した領域に拡散せしめられて形成され、かつこれら独立した領域が、それぞれ前記マトリックス電極の各交差位置に対応して配置されたものであるから、マトリックス電極の駆動により複数色による表示を行うことができる。

【0055】請求項6記載の電界発光素子は、発光層となる再結合領域層を高分子ゲルとしたことにより、蛍光色素の分散を容易なものとすることができる。さらに、高分子ゲルは、色素以外の材料拡散もまた容易になるため、ホール輸送性の向上、アノードからのホール注入障壁の低減などを目的としたドーパントの導入も容易となる。従って、ドーパントの導入による積極的な薄膜特性の改善が可能となる。

【0056】請求項7記載の電界発光素子は、発光層となる再結合領域層が多孔質シリコンとされており、多孔質シリコン膜は、例えば、ITO電極上にCVD法等によって堆積されたポリシリコン膜を陽極酸化により多孔質化したものであり、そのドライプロセスにより厚み及び電子物性が均質な膜として得ることが可能である。従って、発光層として多孔質シリコンを用いることにより輝度の均一化を実現することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電界発光素子を有機EL素子に適用した場合の一実施例を示す要部断面図。

【図2】図1に示した有機EL素子の平面図。

【図3】発光層の平面図。

【図4】キャリアのエネルギーダイアグラムを示す図。

【図5】図1に示した有機EL素子の製造方法を説明するための図であり、(a)は要部平面図、(b)は要部側断面図。

【図6】図5に示した次の工程を説明するための図であり、(a)は要部平面図、(b)は要部側断面図。

【図7】図6に示した次の工程を説明するための図であり、(a)は要部平面図、(b)は要部側断面図。

【図8】図7に示した次の工程を説明するための図であり、(a)は要部平面図、(b)は要部側断面図。

【図9】図8に示した次の工程を説明するための図であ

11

12

り、(a)は要部平面図、(b)は要部側断面図。

【図10】従来の電解発光素子の一例を示す要部斜視図。

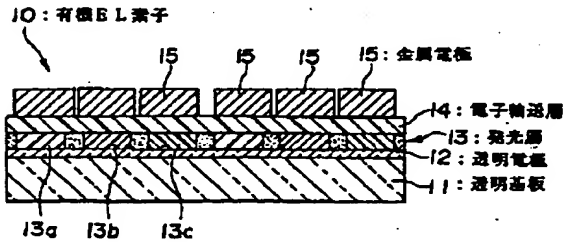
【符号の説明】

- 10 有機EL素子（電界発光素子）  
 11 透明基板  
 12 透明電極  
 13 発光層

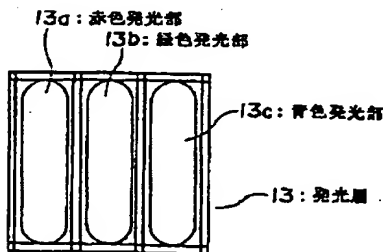
- 13a 赤色発光部  
 13b 緑色発光部  
 13c 青色発光部  
 14 電子輸送層  
 15 金属電極（背面電極）  
 16 ホール輸送層  
 17 赤外線ランプ  
 R、G、B 蛍光色素

【図1】

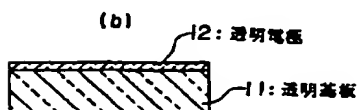
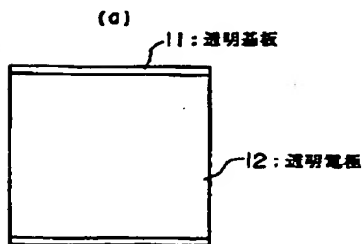
【図2】



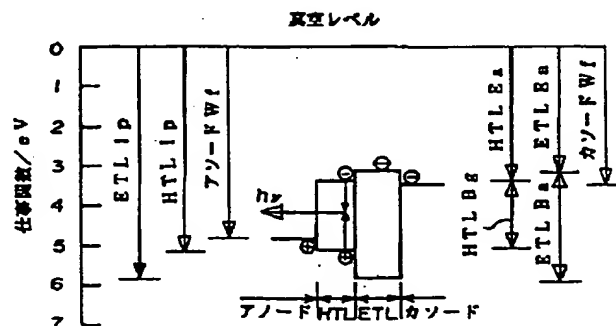
【図3】



【図5】



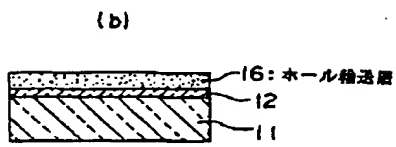
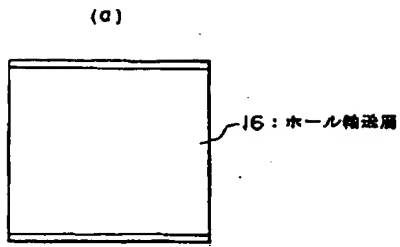
【図4】



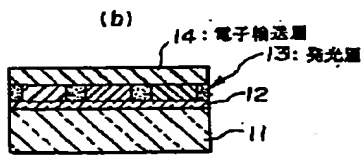
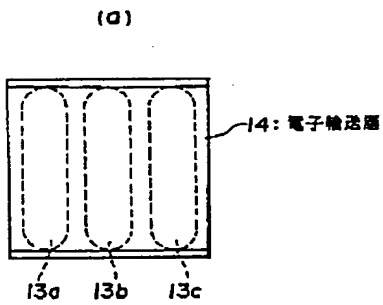
Wf: 仕事関数、Ip: イオン化ポテンシャル、  
 Ea: 電子親和力、Bg: バンドギャップ、t: 膜厚  
 HTL: ホール輸送層、ETL: 電子輸送層



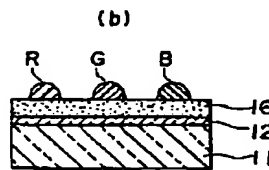
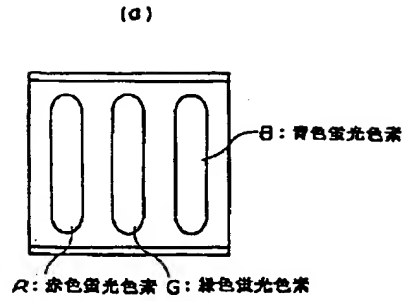
【図6】



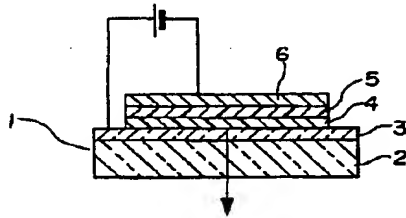
【図9】



【図7】



【図10】



【図8】

